

Risiko

Manuskripteingang: 20.7.2005

Angenommen am: 10.10.2005

Detlef Aigner

Physikalische und numerische Modelle zur Minimierung des Restrisikos für die Stadt Dresden bei einem Extremhochwasser der Weißeritz

1 Einleitung

Für Dresden begann die Hochwasserkatastrophe 2002 am 12. August mit der Meldung: „Die Talsperre Malter läuft über“. Die infolge einer Vb-Wetterlage¹ entstandenen Starkniederschläge im Einzugsgebiet der Weißeritz, die vor ihrem Eintritt in die Elbe auf einer Länge von über 8 km durch die sächsische Landeshauptstadt fließt, führten zu einem nie da gewesenen Hochwasserabfluss. Der Fluss konnte diesen abgeschätzten Scheitelabfluss von etwa 450 m³/s nicht bewältigen und trat über die Ufer. An zwei Punkten lief das Wasser der Weißeritz in die Innenstadt, in Altplauen an der Bienertmühle entlang der Gleise und der Zwickauer Straße in den Hauptbahnhof sowie am so genannten „Weißeritzknick“ an der Löbtauer Straße in die Friedrichstadt. Hier folgte sie ihrem alten Flussbett (Weißeritzstraße) und floss unter anderem am Landtag in die Elbe. Die Gesamtschäden für die Stadt Dresden wurden auf fast 500 Millionen Euro geschätzt. Als Folge dieses Ereignisses wurden zahlreiche Analysen, Studien, Gutachten und Berechnungen von der sächsischen Landestalsperrenverwaltung (LTV), zuständig für die Weißeritz, und

vom Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden in Auftrag gegeben. So führte das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden unter anderem numerische Berechnungen der Weißeritz und physikalische Modellversuche für den so genannten „Weißeritzknick“ durch.

In Auswertung des Augusthochwassers 2002 wurde im Freistaat Sachsen ein Hochwasserschutzaktionsplan erarbeitet, der Schwerpunkte zur Verbesserung des Hochwasserschutzes in Sachsen beinhaltet. Ein wesentlicher Bestandteil dabei ist die Erstellung von einzugsgebietbezogenen Hochwasserschutzkonzepten (HWSK). Inhalt dieser HWSK sind neben der Ereignisanalyse, der Ermittlung von Schadenpotenzialen, der Ausweisung von differenzierten Schutzziele, der Berechnung von Wasserspiegellagen und der Erarbeitung von Gefahrenkarten die Ausweisung von lokalen und überregionalen Schutzmaßnahmen sowie von weiterem Untersuchungsbedarf für spezielle Fragestellungen. Für fünf Flussgebiete im Osterzgebirge liegen die HWSK bereits vor, darunter auch für die Weißeritz. Ein spezieller Untersuchungsbedarf an diesem Fließgewässer ist für den „Weißeritzknick“ ausgewiesen worden.

Der Schutz vor Naturgewalten ist kein vollständiger Schutz, ein Restrisiko bleibt immer. Hier sind Kompromisse erforderlich, Kompromisse zwischen den Erwartungen und Forderungen an den Hochwasserschutz und den technischen, ökonomischen und ökologischen Möglichkeiten. Die Forderungen vom Hochwasser betroffener Bürger sowie einiger Dresdner Politiker, sich vollständig vor Hochwasser an der Weißeritz zu schützen, sind nicht realisierbar. Andererseits sind Bemessungsgrößen nach derzeit geltenden Regeln für den Ausbau der Weißeritz nicht zeitgemäß. Eine differenziertere Betrachtungsweise für Dresden führte in den Verhandlungen zwischen der sächsischen Landestalsperrenverwaltung und der Stadt zu einem weit höheren Bemessungsabfluss. Die Hochwassermodelle am Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden haben diesen Prozess unterstützt.

Full protection from forces of nature can not be achieved. A residual risk will always remain. Compromises must be found between the expectations and demands on flood protection on the one hand and the technical, economical and ecological possibilities on the other. The calls for full flood protection by victims of the Weißeritz flood in 2002 and by some politicians can not be satisfied. However, the valid design criterias concerning the upgrading of the Weißeritz regarding flood protection do not meet the requirements. A more sophisticated approach by the Saxonian Dam Authority and the City of Dresden led to much greater design discharge values. Therefore the Institute for Hydraulic Engineering and Applied Hydromechanics of TU Dresden developed physical and numerical models which will function as assisting tools during the decision process for the planned flood measures.

¹ Kennzeichnet eine Zugbahn von Tiefdruckgebieten entgegen dem Uhrzeigersinn vom Mittelmeer nach Norden in das Zentrum Europas.

Tabelle 1
Angaben zum Fluss Weißeritz

Weißeritz – Quellgebiet Erzgebirge (Kahleberg), südlich (bei Zinnwald) entspringt die Wilde Weißeritz und speist die Talsperren Lehnmühle und Klingenberg, nördlich (bei Altenberg) entspringt die Rote Weißeritz und speist die Talsperre Malter.
Vereinigung zur Weißeritz kurz vor Freital, Mündung Cotta unterhalb des Dresdener Hafens in die Elbe.
Zur Baulandgewinnung für die Eisenbahnverbindung zwischen Dresdner Hauptbahnhof und Bahnhof Neustadt 1893 Verlegung und Kanalisation ab Löbtauer Strasse entlang Emerich-Ambros-Ufer.

Einzugsgebiet:	366 km ²
Mittelwasserabfluss:	3,43 m ³ /s
Hochwasserabfluss (100 jährlich):	234 m ³ /s
Hochwasserabfluss (200 jährlich):	263 m ³ /s
Hochwasserabfluss 2002 (für Dresden geschätzt):	450 m ³ /s
Extremabfluss 2002 (mit NA-Modell berechnet):	490 m ³ /s

2 Die Weißeritz

Das Quellgebiet der Weißeritz ist das Osterzgebirge (Tabelle 1). Die Wilde Weißeritz entspringt in der Nähe von Zinnwald und speist die Trinkwassertalsperren Lehnmühle und Klingenberg. Nördlich von Altenberg entspringt die Rote Weißeritz, sie speist die Talsperre Malter. Beide vereinigen sich in Freital-Hainsberg zur vereinigten Weißeritz. Diese fließt durch die Stadtgebiete von Freital und Dresden und mündet in Cotta unterhalb vom Dresdener Hafen in die Elbe. Der Namensursprung der Weißeritz ist wahrscheinlich slawisch: Buistrizti oder Bistrizte bedeutet die Schnelle, Wilde, Reißende. Früher durchfloss die Weißeritz die Wilsdruffer Vorstadt. Seit dem 16. Jahrhundert war sie als Weißeritzmühlgraben kanalisiert, an dem sich die Produktionsstätten des „Alten Dresden“ befanden (u. a. Spiegelschleife, Pulvermühle, Kanonenbohrwerk). Um Bauland für die Stadt und vor allem für die Eisenbahnverbindung zwischen Dresden-Neustadt und -Altstadt zu gewinnen bzw. einen zentralen Hauptbahnhof zu errichten, aber auch um die Verlandungen im alten Mündungsgebiet der Weißeritz am Ostragehege in den Griff zu bekommen, wurden die bereits 1850 entstandenen Pläne des Vermessungsingenieurs PRESSLER in den Jahren 1891 bis 1893 für die Weißeritz realisiert und der Fluss ab der Löbtauer Straße verlegt [1]. Es entstand der so genannte „Weißeritzknick“. Ein Blick auf die Hochwasserereignisse in der Vergangenheit zeigt, dass es immer wieder katastrophale Überschwemmungen an der Weißeritz mit erheblichen Personenschäden und Sachschäden gegeben hat [2]. Kritischer Punkt nach 1893

war dabei vor allem der durch die Verlegung entstandene „Weißeritzknick“ an der Löbtauer Straße (Bild 1).

3 Numerische Modelle

Nach dem Hochwasser 2002 wurde das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik von der LTV mit dem Aufbau eines zweidimensionalen, numerischen Modells der Weißeritz für das Stadtgebiet von Dresden beauftragt. Aus Vermessungsdaten, Stadtplänen, Luftbildern und Überfliegsdaten (Laserscanning) wurde ein vernetztes Höhenmodell des durch die Weißeritz überschwemmten Gebietes von Dresden aufgebaut, in dem die Konturen der Stadt (Häuser, Straßen, Parks usw.) nachgebildet wurden. Die Berechnung mit diesem numerischen Strömungsmodell ermöglichte Aussagen über die Fließgeschwindigkeiten und Wasserstände über das eigentliche Flussbett hinaus und lieferte die Grundlage für die Erstellung von Ereignis- und Gefahrenkarten. Mit diesem tiefengemittelten Modell wurde das Hochwasserereignis 2002 nachgerechnet und zusammen mit den gemessenen Wasserständen und Überschwemmungsgrenzen konnten Karten für die Stadt Dresden erstellt werden [3].

Neben dem zweidimensionalen Modell wurden mit Hilfe eines eindimensionalen Modells der Weißeritz unter Einbeziehung der Brücken Variantenuntersuchungen zum Abführvermögen durchgeführt. Gleichzeitig diente dieses Modell der Ermittlung der Randbedingungen für das physikalische Modell des „Weißeritzknickes“ [4].



Bild 1. Luftbild vom Modellgebiet „Weißeritzknick“ (Foto: Sächsische Landestalsperrenverwaltung)



Bild 2. Physikalisches Modell „Weißeritzknick“ (Foto: Aigner)

4 Physikalisches Modell

Im Sommer 2003 beauftragte die LTV das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden mit dem Aufbau eines physikalischen Modells vom so genannten „Weißeritzknick“ an der Löbtauer Strasse. Im Hubert-Engels-Labor der Technischen Universität Dresden entstand ein Froude-Modell der Weißeritz zwischen den Brücken Freiburger Straße und Fröbelstraße im Maßstab 1 : 25. Dieser Abschnitt der Weißeritz von etwa 875 m Länge nahm im Labor eine Länge von 35 m ein (Bild 2). Nicht nur der Auftraggeber verfolgte mit großem Interesse die Versuche der TU-Wissenschaftler, auch viele Vertreter der Stadt sowie interessierte Bürger konnten sich mit eigenen Augen überzeugen, dass die Hauptursache der Überschwemmungen am Knick die alten Brücken an der Löbtauer Straße und der Wernerstraße waren. Die Verbesserung der Durchlassfähigkeit dieser Brücken, aber auch die Führung der sehr schnell fließenden Strömung konnten im Modell zeigen, dass die schadhafte Abführung eines vom Auftraggeber vorgegebenen Bemessungsabflusses von $263 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{200})² im Flussbett der Weißeritz möglich ist [5]. Das war mehr als der sonst für den Flussausbau vorgeschriebene Wert eines HQ_{100} .

Was geschieht aber, wenn es wieder zu Starkniederschlägen wie im August 2002 kommt, als im Einzugsgebiet der Weißeritz in Zinnwald-Georgenfeld in 24 Stunden ein Maximalwert von 312 l/m^2 gemessen wurde? Die Hydrologen berechneten aus diesen Niederschlägen einen Extremabfluss der Weißeritz für dieses Ereignis mit Hilfe eines Niederschlags-Abflussmodells von maximal $490 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach langen Diskussionen und Verhandlungen über Zuständigkeiten, Ziele und Lösungen einigte man sich zwischen Stadt und Land auf einen Bemessungswert für den Ausbau der Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden von $400 \text{ m}^3/\text{s}$.

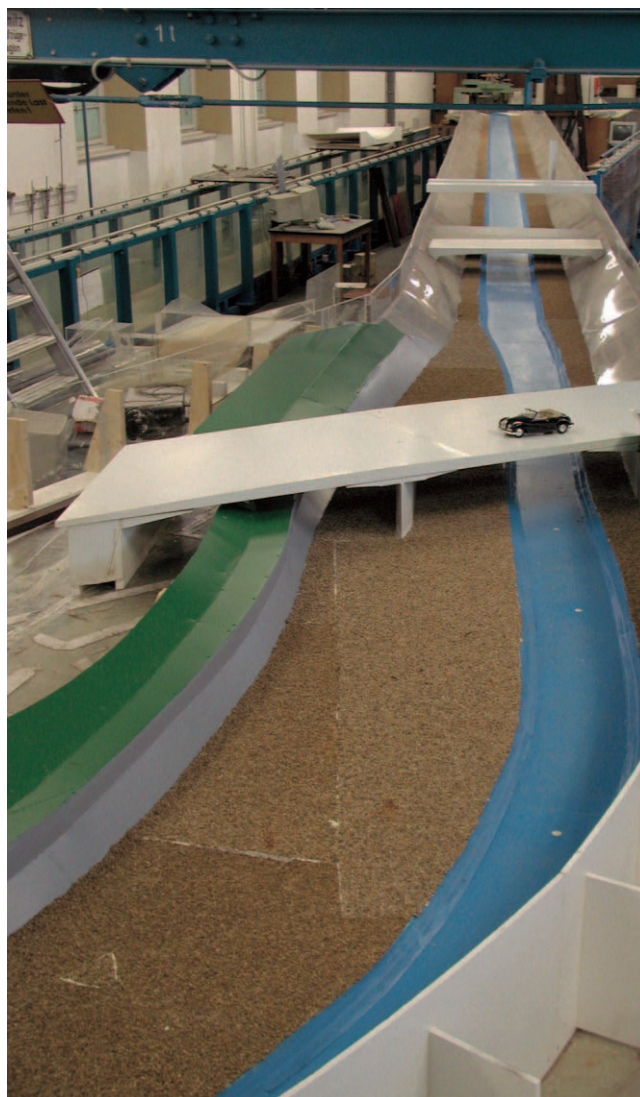


Bild 3. Modell der Planungsvariante der Stadt Dresden mit Brücke Löbtauer Straße (Foto: Aigner)

Am physikalischen Modell wurde daraufhin im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden eine Planungsvariante zur Gestaltung des „Weißeritzknicks“ realisiert [6]. Sie sieht eine Sohlvertiefung bis 1,5 m, den Einbau einer Mittelwasserrinne, die Führung der schnellen Hochwasserströmung im Knick mit einer durchgehenden, kompakten rechten Ufermauer und die Einbindung einer bereits vom Stadtrat beschlossenen Zweifeldbrücke an der Löbtauer Straße vor (Bild 3). Unter der Annahme einer ungehinderten Hochwasserabführung unterhalb des „Weißeritzknicks“, die unter den derzeitigen Bedingungen noch nicht erreicht ist, konnte nachgewiesen werden, dass mit zusätzlichen Maßnahmen zur Vergleichmäßigung der Strömung der vorgegebene Abflusswert von $400 \text{ m}^3/\text{s}$ ungehindert abgeführt werden kann. Bei den vorgeschlagenen zusätzlichen Maßnahmen handelt es sich um den Einbau von Störkörpern, die eine Entstehung von stehenden Wellen beim Übergang vom schießenden zum strömenden Abfluss verhindern sollen.

² Statistischer Hochwasserabflusswert (HQ), der theoretisch alle 200 Jahre wiederkehrt.

5 Schlussfolgerungen

Die vom Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden durchgeführten Untersuchungen der Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden mit Hilfe numerischer und physikalischer Modelle lieferten einen wichtigen Beitrag für den zukünftigen Schutz der Landeshauptstadt vor einem Extremereignis des Flusses. Die Anschaulichkeit des physikalischen Modells half vor allem, die Strömungsprozesse und die Wirkung von Schutzmaßnahmen besser zu verstehen. Geht man von einem Extremabfluss von 450 m³/s aus und berücksichtigt man die im Einzugsgebiet der Weißeritz geplanten und realisierten Schutzmaßnahmen, z. B. Rückhaltebecken, sowie die verbesserte Hochwasserbewirtschaftung der Talsperren mit einer Abminderung des Extremwertes um etwa 10 %, dann kann bei einer Wirksamkeit der städtischen Hochwasserschutzmaßnahmen für ein Schutzziel von 400 m³/s von einem maximal möglichen Hochwasserschutz für Dresden gesprochen werden. Noch ist es nicht so weit. Der in diesem Jahr geplante Beginn des Umbaus des „Weißeritzknicks“ bleibt unwirksam, wenn nicht langfristig weitere Hochwasserschutzmaßnahmen folgen. Bis dahin sollte uns das Hochwasser-Risiko bei einem Extremereignis an der Weißeritz bewusst sein.



Aigner, Detlef

Prof. Dr.-Ing. habil.

Studium Wasserwirtschaft/Wasserbau von 1972 bis 1976 an der TU Dresden ♦ 1983 Promotion zum Dr.-Ing. ♦ 1996 Habilitation zum Dr.-Ing. habil. ♦ von 1993 bis 2002 Dozent für Wasserbauliches Modellwesen, seit 2005 apl. Professor am Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden

Literatur

- [1] *Preßler, F. K.*: Zentralisation der Dresdner Bahnhöfe. Zur Rechtfertigung eines verkannten und angegriffenen Projektes. Teubner'sche-Officin. Dresden, 1850
- [2] *Pohl, R.*: Hochwasser im Erzgebirge in der Vergangenheit – von Gottleuba bis zur Mulde. GWT, März 2003
- [3] *Carstensen, D.*: Hydraulische 2-D-Simulation der Vereinigten Weißeritz im Stadtgebiet von Dresden. Forschungsbericht im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen. TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, September 2003
- [4] *Martin, H.; Aigner, D.; Pohl, R.; Gilli, S.*: Weißeritz 400 – Hydraulische Untersuchung zum Abführvermögen der Weißeritz von bis zu 400 m³/s im Stadtgebiet von Dresden. Forschungsbericht für das Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden. TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, September 2004
- [5] *Martin, H.; Aigner, D.; Pollok, M.; Gilli, S.*: Durchführung eines Modellversuches im Maßstab 1 : 25 zur detaillierten Untersuchung des Gewässerabschnittes „Weißeritzknick“ im Stadtgebiet von Dresden. Forschungsbericht im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV). TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Februar 2004
- [6] *Martin, H.; Aigner, D.; Dittmann, R.*: Untersuchung einer neuen Brückenkonstruktion an der Löbtauer Straße für die Weißeritz am physikalischen Modell des Weißeritzknicks. Forschungsbericht für das Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden. TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, April 2005